AUS DER UNIVERSITÄTSFRAUENKLINIK ZU GÖTTINGEN
DIR: PROF. DR. MARTIUS

Lane Medical Library

BESTIMMUNG DES FLÄCHENINHALTES VON BECKENEINGÄNGEN MIT HILFE DES RÖNTGENBILDES

SMITH ELY JELLIFFE

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

IN DER

MEDIZIN. CHIRURGIE UND GEBURTSHILFE

DER

HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT DER GEORG-AUGUST-UNIVERSITÄT
ZU GÖTTINGEN

VORGELEGT

VON

HANS CHASSEL
APPROB. ARZT

GÖTTINGEN 1927
BUCHDRUCKEREI HESSE & BECKER, LEIPZIG

Der medizinischen Fakultät der Universität zu Göttingen vorgelegt am 10. April 1927.

Referent: Prof. Dr. M a r t i u s.

Aus der Universitäts-Frauenklinik zu Göttingen (Dir.: Prof. Dr. Martius).

Bestimmung des Flächeninhalts von Beckeneingängen mit Hilfe des Röntgenbildes.

Von

Hans Chassel, approb. Arzt.

(Mit 4 Abbildungen im Text.)

Trotz der außerordentlichen technischen Fortschritte auf dem Gebiete der röntgenologischen Beckenmessung, besonders durch die Röntgenstereoskopie (Drüner, Heynemann, Kehrer und Dessauer, Warnekros, Archangelski), haben sich die — gewiß sehr exakten — Verfahren in der praktischen Geburtshilfe nicht eingebürgert. Der Grund liegt in der Kompliziertheit und Kostspieligkeit dieser Methoden. Deshalb empfiehlt Martius auf Grund der Arbeiten von Drüner ein Meßverfahren, das fast unabhängig von Schwangerschaft und Geburt mit jedem guten Röntgenapparat ohne ein weiteres Hilfsinstrument ausreichende Resultate liefert, wodurch sich ebenfalls die Bestimmung der Conj. vera bzw. der Conj. diagonalis durch die innere Untersuchung erübrigt. Bei sorgfältiger Abblendung und nicht zu harter Röhre wird bei 60—70 cm Fokalabstand eine Aufnahme des Beckeneingangs gemacht. Die Kassette liegt dem Gesäß der Patientin möglichst nahe an. Um eine Paralleleinstellung des Beckeneingangs zur Platte zu erreichen, wird der Rumpf der Patientin stark nach hinten gebeugt, während die Füße etwas angezogen werden müssen. Mit einem Beckenzirkel und einer darauf gelegten Wasserwage läßt sich dann leicht feststellen, ob die Verbindungslinie des oberen Symphysenrandes mit dem Proc. spinos. des letzten Lendenwirbels, die ja der Beckeneingangsebene entspricht, der Platte parallel verläuft. Außerdem ist die Symphysenhöhe, d. i. die Entfernung des oberen Symphysenrandes von der Platte, in Zentimetern zu messen. Die Röhre ist mit dem Zentralstrahl auf die Mitte des Beckeneingangs einzustellen; das wird durch Lotung über dem Kreuzungspunkt der Körpermittellinie und der Verbindungslinie der beiden Spin. il. ant. sup. erreicht (Martius). Man erhält so eine vergrößerte Aufnahme des Beckeneingangs mit gut sichtbarem Promontorium. Da die Vergrößerung durch Fokalabstand und Symphysenhöhe definiert ist, läßt sich an Hand der Aufnahme jeder Durchmesser des Beckeneingangs durch Aufstellen der Proportion leicht errechnen. Von der Proportion sind 3 Glieder bekannt. Der vergrößerte Beckendurchmesser auf der Platte $= a$, Fokalabstand $= b$, Symphysenhöhe $= c$ (in Zentimeter). Der wahre Durchmesser ist gleich der gesuchten Zentimeterzahl X.

Ich erinnere an Hand der obenstehenden Zeichnung an den geometrischen Lehrsatz:

Werden — sich in einem Punkte schneidende — Geraden von 2 Parallelen geschnitten, so verhalten sich die Parallelen wie die entsprechenden Abschnitte irgendeiner der getroffenen Geraden.

Eine dieser getroffenen Geraden ist der Fokalabstand, der zugleich der eine Abschnitt *(b)* — zur Parallelen *(a)* gehörig — ist. Der andere Abschnitt ist der Fokalabstand weniger Sym-

physenhöhe *(b—c)*, der der gesuchten Parallele *(x)* entspricht. Aus der Abbildung ist jetzt die Proportion abzulesen: $\frac{x}{a} = \frac{b-c}{b}$, $x = \frac{b-c}{b} \cdot a$.

Wir erhalten also den gesuchten „wahren" Durchmesser, indem wir den auf der Platte in Zentimeter abgelesenen Durchmesser mit dem Quotienten multiplizieren, der gebildet wird aus der Differenz: Fokalabstand—Symphysenhöhe und als Nenner den Fokalabstand. Dieser Quotient $\frac{b-c}{b}$ ist also der Verkleinerungsfaktor, mit dem wir jede auf dem Röntgenbild abgemessene Strecke multiplizieren müssen, um dann den Zentimeterwert der wirklichen Strecke zu erhalten.

Jede Rechnung erübrigt sich bei Benutzung des Gittermaßstabes von Drüner, den man leicht selbst anfertigen kann (Drüner, P. Wilh. Weber), und zwar für den Fokal-

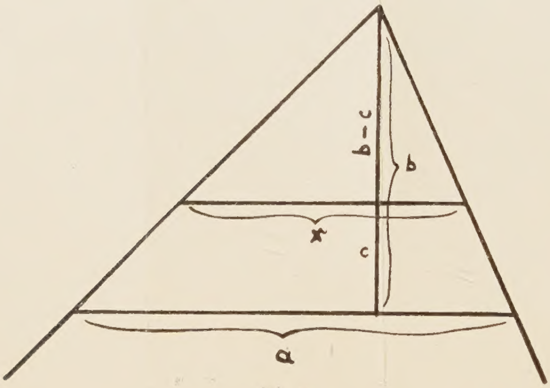

Abb. 1.

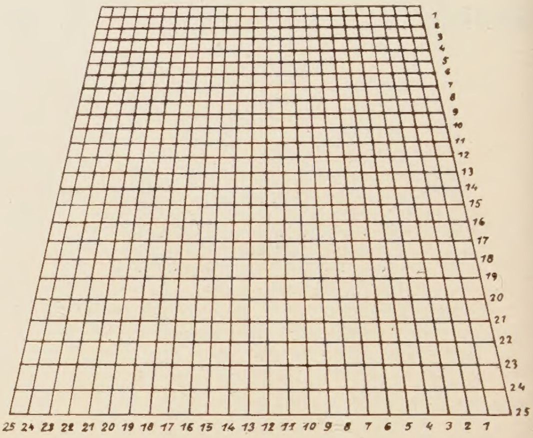

Abb. 2.

abstand, den man zu wählen gewohnt ist. Jeder Maßstab gilt nur für einen bestimmten Fokalabstand. Vorstehende Abbildung 2 zeigt einen solchen verkleinerten Raster für einen Fokalabstand von 70 cm.

Der Maßstab wird nun benutzt, indem man die gewünschte Strecke in den Zirkel nimmt, diesen dann in der vertikalen Zahlenreihe rechts je nach der Symphysenhöhe einsetzt. Auf der unteren horizontalen Zahlenreihe ist dann der entsprechende Zentimeterwert der „wirklichen" Strecke abzulesen. Diese Methode ist die einfachste, da weder eine Rechnung noch eine nennenswerte Apparatur notwendig ist, sie hat deshalb den Vorzug. Auch von mir wurde der „Gittermaßstab" von Drüner benutzt. Die Fehler in der Ablesung fallen nicht ins Gewicht. So hat man also mit dem geschilderten Aufnahmeverfahren die Möglichkeit, jeden Durchmesser exakt zu bestimmen — genauer als bei innerer Messung, soweit sie überhaupt durchführbar ist — und ohne weiteres eine Vorstellung über die Form der Beckeneingangsfigur und deren ungefähre Größe zu erhalten. Um den Flächeninhalt des Beckeneingangs mit genügender Genauigkeit in Quadratzentimetern zu bestimmen, ist bisher keine Methodik beschrieben, obzwar dieser fast ohne weitere Hilfsmittel zu errechnen ist. Ich will an dieser Stelle nicht näher darauf eingehen, welcher Vorteil die Berechnung des Flächeninhalts in der Geburtshilfe für Prognose und Indikationsstellung bringen könnte — darauf werde ich am Schluß der Arbeit zurückkommen —, aber ich möchte doch die Tatsache feststellen, daß der Beckeneingang durch eine zahlenmäßige Bestimmung seines Flächeninhalts genauer definiert ist, als wenn nur Durchmesser und die Form des Beckens bekannt sind. Ich bin mir dabei bewußt, daß Durchmesser und Form die wichtigsten Determinanten des Beckeneingangs sind.

Im folgenden soll die Methode zur Berechnung beschrieben werden. Zunächst ist die Größe des photographierten, also vergrößerten Beckeneingangs zu bestimmen. Die naheliegendste

Methode wäre das Auszählen der Quadratzentimeter mit Hilfe des Koordinatenpapiers. Doch soll zunächst eine andere Methode, und zwar die „planimetrische“ beschrieben werden, da sie die mathematische und somit exakteste ist und auch von mir als erste angewandt wurde, wodurch eine Kontrolle über die Genauigkeit der übrigen, die weiter unten beschrieben werden sollen, geübt werden konnte.

Es wird eine Pause (dünnes Ölpapier) von der Beckeneingangsfigur gezeichnet. Auf einer ebenen Fläche — am besten auf einem Reißbrett — wird die Pause aufgespannt. Dann erfolgt die Ausmessung mit einem „Planimeter“.

Von mir wurde das sogenannte „Polarplanimeter“ der Firma Coradi (Zürich) benutzt. Die Konstruktion des Apparates ist hier nicht von Interesse.

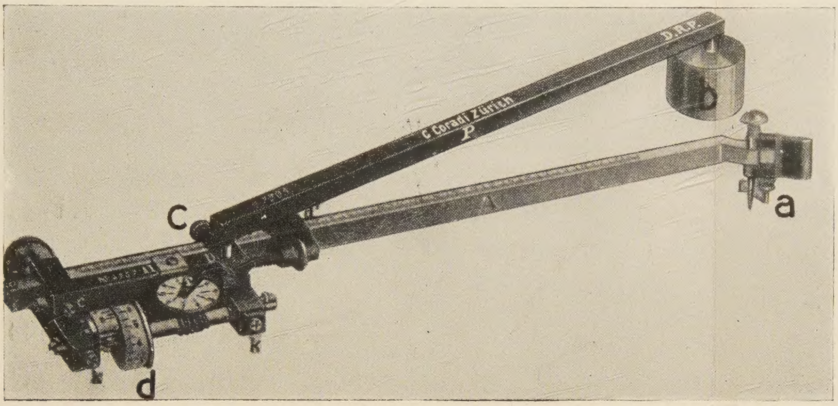

Abb. 3.

Aus der Abbildung desselben ist ersichtlich, daß er aus 2 Armen besteht. Das Ende des einen Armes liegt in einem Punkte fest, was durch die Beschwerung *(b)* erreicht wird. Das freie Ende des anderen Armes trägt einen Metallstift, mit dem die Fläche, die errechnet werden soll, umfahren wird. Die beiden Planimeterarme sind in dem Drehpunkt *(c)* gegeneinander frei beweglich. Dort befinden sich zwei Skalen und der Nonius, die in Verbindung stehen mit dem Laufrad *(d)*, das seine Drehungen auf den Zeiger und Nonius überträgt. Mathematisch beruht der Apparat auf der Integration der Fläche. Die Handhabung ist sehr einfach. Man setzt das „ruhende“ Ende *(b)* etwa 5 cm von der Peripherie der Fläche auf. Man darf es nicht zu weit entfernt stellen, damit die Länge der „Arme“ zur Umschreibung der Fläche ausreicht, was man jedoch mit dem Augenmaß sofort beurteilen kann. Dann setzt man den Stift *(a)* über einen markierten Punkt der Flächenperipherie und umschreibt die Abbildung langsam und ruhig. Auf den Skalen und dem Nonius sind nun 3 Zahlen abzulesen. Man muß natürlich darauf achten, daß vorher entweder auf den Nullpunkt eingestellt war oder — was zu empfehlen ist — die Zahlen in der Anfangsstellung abgelesen wurden, um dann vom Ergebnis subtrahiert werden zu können. Es ist dann noch eine kleine Multiplikation nötig, da die gefundene Zahl nur einen relativen Wert angibt. Je nach der Länge des einen Hebelarmes, die verändert werden kann, ist mit einem bestimmten Faktor zu multiplizieren, dann erhält man die Quadratzentimeterzahl, und zwar mit ¼prozentiger Genauigkeit. Diese habe ich durch Umfahren von Kreisfiguren, deren Inhalt mathematisch leicht zu errechnen ist, nachgeprüft.

Dies ist die genaueste Methode, doch liegt ihr Nachteil in der Notwendigkeit des Planimeters, das zirka 50 M. kostet. Diese Unkosten fallen bei den beiden andern Methoden, die jetzt beschrieben werden sollen, weg. Dazu kommt, daß die letzteren weniger umständlich und schneller auszuführen sind. Zunächst beschreibe ich die „Wägemethode“. Ich ging von dem naheliegenden Gedanken aus, eine Papierfläche, die der Beckeneingangsfigur gleich ist, auszuwiegen und so, je nach der Schwere des Papiers, in die Quadratzentimeterzahl zu über-

setzen. Jedes „gute“ Papier ist dazu benutzbar, da die Pressung eine sehr gleichmäßige ist und die Gewichtsdifferenzen weniger als 1% betragen. Ein dickeres Papier, am besten Zeichenpapier der Firma Wattmann, ist deshalb vorzuziehen, da mit diesem schweren Papier die Gewichtsdifferenz deutlicher wird, also die Wage nicht so empfindlich zu sein braucht. Ob diese den Ansprüchen genügt, prüft man am einfachsten, indem man nach Austarierung von etwa 150 qcm Papier ein Stück von ungefähr 1 qcm auf eine Wagschale zulegt. Zeigt sich ein Ausschlag, genügt die Wage. Die Ausführung im einzelnen ist höchst einfach und selbstverständlich. Eine Pause der Beckeneingangsfigur wird wie bei der ersten Methode angefertigt und diese auf das Zeichenpapier übertragen (Durchzeichnen mit Blaupapier). Die Figur wird dann ausgeschnitten und gewogen. Wenn dann die Schwere des Papiers an einer bekannten Fläche (z. B. 100 qcm) bestimmt ist, erhält man die Quadratzentimeterzahl des Ausschnitts, also des photographierten Beckeneingangs, nach der Regel de tri.

Beispiel: Das Gewicht der zu bestimmenden Fläche betrage 2,3 g. 100 qcm des benutzten Papiers wiegen 1,6 g. Dann lautet die Gleichung:

$$x = \frac{100}{1,6} \cdot 2,3 = 143,7 \text{ qcm}.$$

Als letzte Methode soll die Auszählung der Quadratzentimeter auf Millimeterpapier ausgeführt werden. Sie ist die einfachste und billigste, deshalb für die Praxis zu empfehlen. Die etwas größere Ungenauigkeit spielt bei den Größendifferenzen der verschiedenen Beckeneingänge (s. Zahlentabelle S. 775) praktisch keine Rolle. Der Zeitaufwand bei der Ausführung ist kein größerer als bei den oben angegebenen Verfahren.

Bei deutlichen Aufnahmen kann man die Beckeneingangsfigur direkt vor dem Beleuchtungskasten auf durchsichtiges Koordinatenpapier durchzeichnen; es braucht also die bei den oben beschriebenen Methoden notwendige Pause nicht angefertigt zu werden. Sollte allerdings wegen Unschärfe des Bildes die Durchsichtigkeit des Millimeterpapiers nicht genügen, so muß man die Umrisse erst auf Ölpapier durchzeichnen und dann auf das Millimeterpapier übertragen. Das Auszählen der Quadratzentimeter ist nicht so langwierig, wie man zunächst glauben möchte. Man faßt 80—100 vom Umriß nicht getroffene Quadratzentimeter zusammen, zählt dann die noch übrigen ganzen Quadratzentimeter einzeln zusammen und schließlich die von der Zeichnung geschnittenen der Randpartie. Bei dem letzten Akt braucht nicht jeder Quadratmillimeter berücksichtigt zu werden. Es genügt, die Viertelquadratzentimeter auszuzählen und das übrige zu schätzen. Praktisch ist wohl auch eine Schätzung auf Viertel- oder gar halbe Quadratzentimeter ausreichend.

Mit diesen 3 beschriebenen Verfahren ist es möglich, die Fläche der v e r g r ö ß e r t e n Beckeneingangsebene, wie sie uns die Röntgenaufnahme liefert, zu bestimmen. Es ist jetzt die Aufgabe, daraus die „wirkliche“ Beckeneingangsfläche zu berechnen. Es gibt Zeichenapparate, mit denen man eine verkleinerte Zeichnung ausführen kann, wenn nur ein Durchmesser der gewünschten Verkleinerung bekannt ist. Es wäre also ein Apparat und noch eine Zeichnung nötig. Um den Flächeninhalt dieser Umzeichnung zu berechnen, käme dann eine der 3 oben beschriebenen Methoden in Anwendung. Allerdings ist das letztere kein weiterer Nachteil, da ja die Flächenberechnung der Pause in Fortfall käme. Am einfachsten und genauesten wäre eine mathematische Lösung der Aufgabe.

In einem Strahlenbüschel, das von der Röntgenröhre ausgeht, liegen 2 parallele Ebenen, der Beckeneingang und die photographische Platte. Das Beckeneingangslumen wird also auf der Platte konform vergrößert. In welchem Verhältnis stehen nun die Flächeninhalte dieser zwei parallel liegenden, unregelmäßigen Ebenen, die von einem Strahlenbüschel begrenzt werden, zu entsprechenden Strahlenabschnitten?

In nachstehender Abbildung 4 sind K und K' 2 beckenähnliche Ebenen, die von einem Strahlenbüschel mit dem Schnittpunkt A begrenzt werden. (Es sind der Deutlichkeit halber nur einige Strahlen gezeichnet.) AH ist ein hintengelegener, AF der senkrechte Strahl, der

dem Fokalabstand entspricht. Der untere Abschnitt GF ist der Symphysenhöhe identisch. Um unsere stereometrische Aufgabe zu lösen, versuchen wir, die unregelmäßigen Flächen K und K' in regelmäßige, also mit einer geometrischen Formel bestimmbare, zu zerlegen. Wie aus der Abbildung zu ersehen, ist das durch korrespondierende Geraden geschehen, die vom Schnittpunkt des Mittelstrahls zur Peripherie gezogen wurden. Es entstehen dann Sektoren wie D_1, D_1', D_2, D_2' usw. Denken wir uns nun, daß die Fläche in eine unendlich große Zahl von Sektoren zerlegt wäre, so wäre jeder Sektor als Dreieck zu betrachten, da der gekrümmte Abschnitt der Peripherie zu einer unendlich kleinen Geraden im mathematischen Sinne wird. Ein solches Dreieckpaar seien nun D_1 und D_1'.

Nach dem auf Seite 770 angeführten geometrischen Lehrsatz sind folgende Proportionen aufstellbar: $DB : EC = AB : AC$. $FB : GC = AB : AC$. Die Multiplikation der beiden Proportionen ergibt: $DB \,.\, FB : EC \,.\, GC = AB^2 : AC^2$ oder wie $AF^2 : AG^2$. Der Inhalt der beiden Dreiecke beträgt nach der Dreiecksformel $\frac{1}{2}\, DB \,.\, BF$ und $\frac{1}{2}\, EC \,.\, CG$, da BF und CG als auf den Grundlinien DB und EC — die ja als unendlich klein zu denken sind — senkrecht stehend anzusehen sind.

Wie die Ganzen, so verhalten sich auch die Hälften zueinander, d. h.: $\frac{1}{2}\, DB \,.\, FB : \frac{1}{2}\, EC \,.\, GC = AF^2 : AG^2$. Wie für diese Dreiecke, so ist auch für die übrigen diese Proportion aufzustellen. Also gilt auch für deren Summen, d. i. für die beiden unregelmäßigen Flächen, die Proportionsgleichung: $K' : K = AF^2 : AG^2$. Dies bedeutet, daß sich die Inhalte von 2 parallelen Flächen innerhalb eines sie begrenzenden Strahlenbüschels verhalten wie die Quadrate zweier zugehöriger Strahlenabschnitte oder:

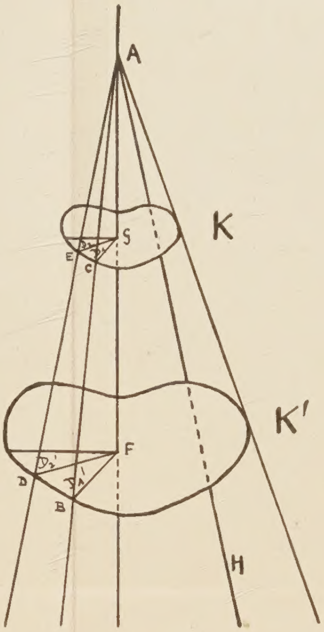

Abb. 4.

Der Inhalt des wirklichen Beckeneingangs zu dem der Beckeneingangsphotographie verhält sich wie das Quadrat der Differenz: Fokalabstand—Symphysenhöhe zum Quadrat des Fokalabstandes.

Als praktisches Beispiel: X sei der gesuchte Inhalt des Beckeneingangs, 142 qcm der Inhalt des photographierten Beckeneingangs, 70 cm der Fokalabstand und 15 cm die Symphysenhöhe.

Dann lautet die Gleichung:

$$\frac{X}{142} = \frac{55^2}{70^2}, \quad X = \frac{55^2}{70^2} \cdot 142 \text{ qcm.}$$

Bestimmen wir also den Flächeninhalt des vergrößerten Beckeneingangs mit einem der drei oben beschriebenen Verfahren, so haben wir die gefundene Zahl (im Beispiel 142 qcm) nur mit einem Quotienten zu multiplizieren. Dessen Zähler ist das Quadrat der Differenz: Fokalabstand—Symphysenhöhe, sein Nenner das Quadrat des Fokalabstandes.

Mit dem Rechenschieber, dessen Genauigkeit ausreichend ist, wird die Rechnung bei einiger Übung in wenigen Sekunden erledigt.

Nach dieser Methodik berechnete ich eine Anzahl Beckeneingangsebenen. Ein Teil der Aufnahmen wurde mir in dankenswerter Weise von der Universitäts-Frauenklinik in Bonn zur Verfügung gestellt; die übrigen wurden in der Göttinger Frauenklinik gemacht. Es ergaben sich Zahlen von 147—63 qcm.

In der folgenden Tabelle sind die gefundenen Zahlenwerte in Beziehung gesetzt zur Beckenform und Conj. vera. Bei den verengten Becken erhielt ich Werte unter 100. Wie zu erwarten war, ist die Quadratzentimeterzahl der allgemein verengten Becken kleiner als die der platten. So ergaben sich z. B. Werte von 99 und 92 qcm für platte Becken mit einer

Conj. vera von nur 7 cm, also Werte, wie ich sie bei den allgemein verengten selbst bei größerer Conj. vera nicht fand.

Conj. vera.

Beckenform	–12,5	12,4–12	11,9–11,5	11,4–11	10,9–10,5	10,4–10	9,9–9,5	9,4–9	8,9–8,5	8,4–8	7,9–7,5	7,4–7	weniger als 7
normal	127	147	145		119	123	100	104					
		115	129		103	109	99	95					
		114				105		90,5					
						103							
						98							
						98							
						97							
allg. verengt						94	87	88	87,5	74			
							80	82	85,5				
							79	81	82,5				
								73	79				
									71,5				
platt							99	109	95	92	97	99	84 C.V.= 6,6
												92	
							92	92,5	95	91	87		63 C.V.= 5,6
								91	94	90	87		
								90	93	90	82		
									91	87	82		
									88	87	81		

Selbstverständlich ist die Einteilung in die Beckenformen häufig zweifelhaft gewesen, d. h. „Übergangsbecken“ wurden mehr oder weniger subjektiv unter die „allgemein verengten“ oder „platten“ geordnet. Gerade in solchen Fällen ist die Berechnung bzw. Angabe der Quadratzentimeterzahl geeignet, sich eine objektivere Vorstellung von dem Beckeneingang zu machen, als wenn nur die Conj. vera und Beckenform bekannt sind.

Ob der Inhaltsberechnung nun auch eine praktische Bedeutung zukommt, kann ich nicht entscheiden, das wird Aufgabe der klinischen Beobachtung sein. Ich glaube aber, daß die Prognose für den Geburtsverlauf oder die Indikation für eine operative Beendigung der Geburt durch die Möglichkeit der hier beschriebenen Berechnung zuweilen bestimmter gestellt werden kann.

Am Schluß danke ich Herrn Prof. Martius ergebenst für die Anregungen zu meiner Arbeit und das stete Interesse, das er ihr entgegenbrachte.

Literatur.

1. Archangelski: Eine neue Methode zur geburtshilflichen Beckenmessung und Bestimmung der Maße der Frucht (Röntgenstereopelvimetrie). Arch. f. Gyn. 1925/124, S. 606. — 2. Drüner: Über die Stereoskopie und stereoskopische Messung in der Röntgentechnik. Fortschr. d. Röntgenstr. 10, S. 309, und 9, S. 225. — 3. Eufinger: Die Diagnose der Schwangerschaft. Halban-Seitz, Biolog. u. Path. d. Weibes, Bd. VI, 2. Teil. — 4. Th. Heynemann: Die Beckenuntersuchung mittels Röntgenstrahlen und ihre praktische Bedeutung für die Geburtshilfe. Prakt. Erg. d. Geb. u. Gyn. 1912/13/5, S. 237. — 5. Kehrer und Dessauer: Versuche und Erfahrungen mit der röntgenologischen Beckenmessung. M.m.W. 1914/1. — 6. Martius: Über Beckenmessung mit Röntgenstrahlen: Die Fernaufnahmen und der Kehrer-Dessauersche Beckenmeßstuhl. Fortschr. d. Röntgenstr. 1914—15/22. — 7. Warnekros: Schwangerschaft und Geburt im Röntgenbild. Bergmann, Wiesbaden, 1918. — 8. P. Wilh. Weber: Röntgenographische Beckenmessung. Inaug.-Diss., Bonn, 1922.

Mein Lebenslauf.

Geboren bin ich in Köln am 4. Februar 1901. Ich besuchte dort die Vorschule und das Städtische Gymnasium bis zur Quarta. Die weitere Schulzeit verlebte ich in Kassel, wo ich am Wilhelmsgymnasium Ostern 1920 mein Abiturium machte. In Würzburg bestand ich nach fünfsemestrigem Medizinstudium das Physikum. Das erste klinische Semester verbrachte ich noch in Würzburg, um dann meine Studienjahre in Göttingen fortzusetzen. Im Sommersemester 1925 unterzog ich mich dem medizinischen Staatsexamen und bestand mit „gut“.

Als Medizinalpraktikant war ich vom 1. September 1925 ab 5 Monate an der Medizinischen Universitätsklinik tätig. Den Rest des Praktikantenjahres erledigte ich an der Göttinger Universitäts-Frauenklinik, dort blieb ich nach meiner Approbation (1. September 1926) noch weitere 5 Monate als Volontärassistent bis 31. Januar 1927. Zwischendurch war ich von Mitte September bis Ende November 1926 bei der Typhusepidemie in Hannover am Städtischen Krankenhaus I als Hilfsarzt tätig. Seit dem 1. Februar 1927 bin ich als Assistenzarzt an der Versorgungsärztlichen Untersuchungsstelle zu Kassel (Abteilung für Psychiatrie und Neurologie) angestellt.